

08 DEC 2004

BEST AVAILABLE COPY



REC'D 08 APR 2003	
WIPO	PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 26 257.8

Anmeldetag: 13. Juni 2002

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Detektion einer Person in einem Raum

IPC: G 05 B, G 01 B, G 06 T

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 13. März 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

10.05.02 Vg/Zj

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren zur Detektion einer Person in einem Raum

Stand der Technik

15

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Detektion einer Person in einem Raum nach der Gattung des unabhängigen Patentanspruchs.

Vorteile der Erfindung

20

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Erkennung einer Person in einem Raum mit den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs hat den Vorteil, dass es einen Kompromiss zwischen Komplexität und Einfachheit darstellt: Komplexe Situationen, das sind beispielsweise Personen in ungewöhnlichen Posen, mit ungewöhnlicher Bekleidung oder mit teilweisen Verdeckungen werden mit einem niedrigen Aufwand bearbeitet. Dabei ist zu beachten, dass unter der Detektion einer Person auch die Detektion bestimmter Körperteile verstanden wird.

30

Das vorgestellte Verfahren konzentriert sich bei der Suche auf vergleichsweise wenige Körperteile, die sicher und schnell detektiert werden können, beispielsweise den Kopf. Befindet sich der Kopf eines Insassen an einer ungewöhnlichen Stelle im Kraftfahrzeug, oder gibt es zwei Insassen pro Sitz im Kraftfahrzeug oder existieren Teilverdeckungen des Körpers, werden die jeweiligen Köpfe trotzdem gefunden, weil nicht ein vollständiges Menschenmodell mit der Szene in Einklang gebracht werden muss.

35

Das Verfahren sieht für einen Körperteil verschiedene Teilmodelle vor, die eine Funktion des Verfahrens bei unterschiedlicher Bekleidung und Kopfbedeckung sind.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist demnach sowohl dem modellfreien als auch einem komplexen vollständigen CAD-Modell überlegen, weil es auch mit untypischen Szenarien zurechtkommt. Modellfrei bedeutet, dass hier die Volumenverteilung oder andere Merkmale wie Krümmung oder Textur direkt von einem Klassifikator ausgewertet werden. Ein schwerwiegender Nachteil ist bei diesen Verfahren, dass nicht alle Situationen (z.B. Pose oder Bekleidung) im Training erfasst werden können. Daraus resultiert eine ungenügende Erkennungsleistung für modellfreie Ansätze.

Es ist im Gegensatz zum CAD-Modell schnell, da nur wenige Parameter geschätzt werden. Günstig für einen schnellen Algorithmus ist auch, dass zur Anpassung eines Teilmodells nicht alle Messwerte berücksichtigt werden müssen, sondern nur die des zu untersuchenden Volumens. Kennzeichnend für das erfindungsgemäße Verfahren ist die Anpassung eines hierarchischen Modells für einen Menschen an räumliche Daten eines Tiefensensors. Dieser Tiefensensor ist vorzugsweise hochauflösend. Vorteilhaft ist insbesondere die Organisation des Modells und die Methode der Anpassung an die räumlichen Daten des Tiefensensors. Das Modell ist dabei ein Formmodell (Oberflächenmodell) des menschlichen Körpers. Es ist so beschaffen, dass es artikulierbar ist, d.h. beweglich, und unterschiedliche Ausprägungen von Körper und Bekleidung beschreiben kann.

Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen und Weiterbildungen sind vorteilhafte Verbesserungen des im unabhängigen Patentanspruch angegebenen Verfahrens zur Erkennung einer Person in einem Raum möglich.

Besonders vorteilhaft ist, dass das Gesamtmodell durch eine weitere Anpassung der Teilmodelle mittels der Daten in vorgegebenen Zeitabständen zur zeitlichen Verfolgung der Person angepasst wird. Damit wird ein sogenanntes Tracking möglich, wobei eine vollständige Anpassung nicht mehr notwendig ist, aber die erkannten Körperteile räumlich und zeitlich verfolgbar sind.

Weiterhin ist es von Vorteil, dass wenigstens ein Körperteil, der Kopf, die Schulter oder beispielsweise auch die Brust eines Menschen, insbesondere in Kraftfahrzeuganwendungen wie Rückhaltesystemen oder Insassenzustandsbeobachtung von besonderer Bedeutung für die Klassifizierung eines Insassen ist. Außerdem sind diese Körperteile besonders einfach zu erkennen.

Darüber hinaus ist es von Vorteil, dass Intensitätsinformationen aus den Daten verwendet werden, das sind Texturmerkmale, beispielsweise Graustufen aus dem Graubild oder Farbwerte aus dem Farbbild, das jeweils mittels eines bildgebenden Sensors ermittelt wird. Diese Texturmerkmale können dann einzelnen Körperteilen zugeordnet werden, um eine genauere Information den einzelnen Körperteilen zuzuordnen. Damit ist auch eine Konsistenzprüfung möglich, um die Detektion einer Person zu erreichen.

Die allgemeine Konsistenzprüfung wird jedoch mittels der Lageparameter durchgeführt, die die Beziehung zwischen den einzelnen Teilmodellen, die unterschiedlichen Körperteilen zugeordnet sind, definieren. Diese Konsistenzprüfung ermöglicht, dass die Anpassung der Teilmodelle durch die Sensormesswerte zu sinnvollen Wertveränderungen führt.

Des weiteren ist es von Vorteil, dass das Gesamtmodell einem Rückhaltesystem in einem Fahrzeug, in dem sich die Person befindet, zur Insassenklassifizierung übermittelt wird. Damit ist dann insbesondere eine Personendetektion möglich, wobei vor allem die Haltung des Insassen detektiert wird, um eine gefährliche Position des Insassen in Bezug auf Airbags und Gurtstraffer zu ermitteln. Es werden also die sogenannten Out-of-position-Positionen ermittelt, um in solchen Positionen ein Aktivieren der Airbags zur Vermeidung von Verletzungen zu verhindern. Durch das sogenannte Tracking wird ein dynamisches Out-of-position-sensing ermöglicht. Es erfolgt also die Erfassung der Haltung des Insassen in Echtzeit. Dies spielt insbesondere bei schnellen Bewegungen des Kopfes relativ zum Sensor, die beispielsweise durch Verzögerungen des Fahrzeugs bei Bremsmanövern oder Kollisionen induziert werden. Auch eine Klassifizierung der Insassen aufgrund von Größe oder biometrischen Verhältnissen, beispielsweise des mittleren Kopfradius oder Schulterbreite, ist hier möglich.

Eine weitere Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens bietet der Einklemmschutz für Gliedmaßen bzw. Objekte bei motorisch betriebenen Fensterscheiben. Ebenso kann die Gliedmassendetektion zur Gestenerkennung eingesetzt werden. Die Überwachung des Innenraums im parkenden Zustand des Fahrzeugs kann eine Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens sein. Dies kann insbesondere bei einem Diebstahlwarnsystem zur Anwendung gelangen. Auch eine automatische Betätigung der Türkindersicherung gegen ein versehentliches Öffnen, falls ein Kind durch das

erfindungsgemäße Verfahren detektiert wurde, ist hier möglich. In Verbindung mit einem Temperatursensor kann durch Öffnen und Schließen der Fenster bzw. eine Regelung der Klimaanlage die Temperatur eingestellt werden, falls sich eine Person oder insbesondere ein Kind alleine im Innenraum eines parkenden Fahrzeugs befindet. Auch

5 Komfortfunktionen können durch das erfindungsgemäße Verfahren profitieren. Die Einstellungen von Kopfstützen, Spiegeln, Sonnenblenden, des Lenkrads und/oder der Kontursitze können automatisch erfolgen. Die Steuerung anderer Systeme, die die genaue Position des Kopfes benötigen, wird ermöglicht, unter anderem eine Freisprecheinrichtung, Head-up-Displays oder Lärmbekämpfungssysteme. Andere

10 Verfahren z.B. zur Identifikation der Insassen oder die Augenlokalisierung werden durch eine präzise Kopflokalisation, gegebenenfalls mit einer Orientierungsmessung, unterstützt.

Der Tiefensensor ist insbesondere als Bildaufnehmer ausgebildet. Vor allem ein

15 Videosensor, z.B. ein Stereo-Kamerasystem oder ein Mehrkamerasystem, kann hier verwendet werden. Auch ein entfernungsmessender Matrixsensor, der das Laufzeitprinzip oder das Prinzip der Phasenmessung verwendet, ein Laser-Scanner, ein Laser-Radar oder eine strukturierte Beleuchtung können hier eingesetzt werden. Weiterhin ist es möglich, dass der entfernungsmessende Matrixsensor ein Mikrowellenradar verwendet, oder das

20 Messprinzip auf der Aussendung von Schallwellen (Ultraschall) oder einer beliebigen elektromagnetischen Strahlung (sichtbares Licht, unsichtbares Licht, Mikrowellen) beruht.

Ebenso kann die Repräsentation der in den Modulen enthaltenen Teilmodelle von ganz unterschiedlicher Art sein, beispielsweise CAD-Daten, Messdaten, triangulierte Daten, Superquadrics oder flächenhafte Beschreibungen.

Zeichnung

30 Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, Figur 2 ein erstes Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens, Figur 3 ein Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Verfahrens, Figur 4 eine Darstellung der hierarchischen Modelle, Figur 5 ein Formmodell

35 des Kopfes in verschiedenen Variationen und Detailtiefen, Figur 6 ein zweites

Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens und Figur 7 verschiedene Einbaupositionen zur Erfassung des hinteren Fahrzeuginnenraums.

Beschreibung

5

Systeme zur Sensierung des Kfz-Innenraums basieren auf unterschiedlichsten physikalischen Messprinzipien. Beispielsweise ist eine Gewichtsmatte hier einsetzbar, wobei anhand eines Druckprofils bestimmt wird, ob der Sitz leer oder belegt ist. In Weiterbildungen kann eine Klassifizierung vorgenommen werden. Für das erfindungsgemäße Verfahren sind jedoch tiefenmessende Sensoriken relevant. Der

10 entfernungsmessende Matrixsensor ist hier vorzugsweise als Bildaufnehmer ausgebildet. Ein solcher Bildaufnehmer kann ein Videosensor, ein Radarsensor, ein Ultraschallsensor oder ein Mehrkamerasystem sein. Dabei sind verschiedene Messprinzipien einsetzbar: Das Laufzeitprinzip, das Prinzip der Phasenmessung, das Prinzip der strukturierten

15 Beleuchtung und das Laser-Scanner-Prinzip.

10

15

20

Die räumlichen Daten des Tiefensensors, der im allgemeinen als Matrixsensor ausgebildet ist und mehr als hundert Messwerte quasi gleichzeitig erzeugt, werden zur Detektion einer Person in einem Raum verwendet. Beim Kfz-Innenraum ist dies insbesondere die Belegungssituation. Neben der reinen Belegung ist es auch notwendig, eine Klassifizierung der Insassen vorzunehmen, also die Größe, Pose und das Gewicht, wobei insbesondere auch die Lokalisierung von einzelnen Körperteilen, beispielsweise des Kopfes oder der Brust, zur Ansteuerung von beispielsweise Rückhaltesystemen, von großem Interesse ist. Auch für verschiedene Komfortfunktionen wie die Einstellung von Rückspiegeln sind solche Informationen nützlich.

30

Figur 1 zeigt in einem Blockschaltbild eine erfindungsgemäße Vorrichtung. Eine Person 6 wird von einem Tiefensensor 1 bezüglich seiner räumlichen Ausdehnung erfasst. Der Tiefensensor 1 ist beispielsweise in einem Fahrzeuginnenraum angeordnet, um als Bildaufnehmer zu wirken. Diese räumlichen Daten werden einem Prozessor 2 übermittelt, auf dem das erfindungsgemäße Verfahren ausgeführt wird. In Abhängigkeit vom Ergebnis des erfindungsgemäßen Verfahrens werden von dem Prozessor 2 ein Rückhaltesystem 3, eine Einklemmfunktion 4 und Komfortfunktionen 5 angesteuert. Der Prozessor 2 kann daher in einem Steuergerät angeordnet sein.

35

Es sind auch weitere Fahrzeugfunktionen durch den Prozessor 2 ansteuerbar, so dass auch diese Fahrzeugfunktionen von dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Detektion einer Person profitieren können. Das erfindungsgemäße Verfahren ist jedoch auch außerhalb von Kraftfahrzeugen, beispielsweise zur Videoüberwachung, von großem Interesse. Auch Zugangssysteme können von dem erfindungsgemäßen Verfahren profitieren.

Figur 2 zeigt in einem ersten Flussdiagramm den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens. In Verfahrensschritt 6 erzeugt der Sensor 1 Sensorwerte, die räumliche Daten zur Person 6 liefern. Diese werden an den Prozessor 2 übertragen. Der Prozessor 2 lädt auf seinem Speicher ein Modell eines Menschen, das hierarchisch strukturiert ist. D.h., für verschiedene Körperteile liegen Teilmodelle vor, die wiederum in weitere Teilmodelle unterteilt werden. Diese Unterteilung wird vorgenommen, um für verschiedene typische Bekleidungssituationen des betreffenden Körpers eine optimale Anpassung vornehmen zu können. Der Prozessor 2 wählt nun in der untersten Ebene der Teilmodelle das geeignete Teilmodell aus und führt eine Anpassung mit den räumlichen Daten durch. Dabei kann jede Optimierungsmethode eingesetzt werden.

In Verfahrensschritt 8 wird überprüft, ob diese Anpassung konsistent bezüglich der Lageparameter ist. Ist das nicht der Fall, wird zu Verfahrensschritt 7 zurückgesprungen, um die Anpassung zu wiederholen. Ist das jedoch der Fall, dann wird in Verfahrensschritt 9 aus den Teilmodellen schrittweise das Gesamtmodell zusammengestellt. Werden dabei bestimmte Körperteile nicht gefunden, z.B. durch einen Verdeckungseffekt, erhält man dennoch eine konsistente Interpretation der räumlichen Daten. Dieses Gesamtmodell dient dann zur Erkennung der Person. Diese Daten werden dann anderen Funktionen wie dem Rückhaltesystem, der Komfortfunktion oder dem Einklemmschutz zur Verfügung gestellt.

Figur 3 erläutert in einem Blockdiagramm das erfindungsgemäße Verfahren. Auf einem Fahrzeugsitz 10 sitzt eine Person 11, die durch einen Tiefensensor 12 räumlich erfasst wird. Dieser Tiefensensor 12 ist hier als ein Videosensor ausgebildet und oberhalb der Windschutzscheibe angeordnet. Es sind jedoch auch andere Einbauorte für den Tiefensensor 12 im Fahrgastinnenraum möglich. Die räumlichen Messwerte des Sensors 12 werden zu einem Prozessor 13 übertragen, der die Anpassung des räumlichen Modells über die Teilmodelle an die räumlichen Messdaten vornimmt. Dazu wird ein

Gesamtmodell 14 aus einem Speicher geladen. Als Ausgabegröße 15 liefert der Prozessor 13 die Größe, Position und Haltung des Insassen.

In Figur 4 ist das hierarchische Modell an einem Beispiel ausgeführt. Das gesamte Modell wird als Formmodell 0 16 bezeichnet. Dieses Modell 16 ist weiterhin in eine oder mehrere Einheiten 17 bis 19 gegliedert. Diese werden mit Formmodell 1 bis Formmodell 3 bezeichnet. Die zugelassenen Beziehungen dieser Teilmodelle zueinander, die durch die relativen Lageparameter definiert sind, sind für diese Teilmodelle abgelegt. Analog zur Gliederung des Formmodells 0 in seine Teilmodelle können auch diese wieder in Teilmodelle zerlegt werden und die Beziehungen der Teilmodelle vorgegeben werden. Die Teilmodelle des Formmodells x werden mit Formmodell x.y bezeichnet. Dabei bedeutet y eine natürliche Zahl ungleich Null. Das Modell kann beliebig viele Ebenen dieser Art enthalten. Die Anzahl der weiteren Unterteilungen und die Tiefe der Unterteilungen, also die Anzahl der Ebenen, ist nicht vorgegeben und kann für verschiedene Teilmodelle unterschiedlich gehandhabt werden. Allen Ästen des Modells ist gemeinsam, dass sie als letzte Ebene ein oder mehrere Oberflächenmodelle enthalten. Die Sammlung von Oberflächenmodellen beschreibt das jeweilige Körperteil in verschiedenen Ausprägungen und Detailtiefen. Das Teilmodell Formmodell 1.17 setzt sich aus Teilmodellen für den Kopf 27 zusammen. Das Formmodell 2.18 unterteilt sich in die Formmodelle 2.1.20 und 2.2.21. Dabei ist das Formmodell 2.1 für den Oberarm 28 zuständig und das Formmodell 2.2 für den Unterarm 29. Das Formmodell 3.19 unterteilt sich in drei Formmodelle 3.1.22, 3.2.23 und 3.3.24. Diese sind durch die relative Lageparameter zueinander definiert. Das Formmodell 3.1.22 unterteilt sich in die Formmodelle 3.1.1 und 3.1.2. Diese sind jeweils mit den Bezugszeichen 25 und 26 versehen. Das Formmodell 3.1.1 unterteilt sich in weitere Teilmodelle 30, die hier die Schulter definieren. Das Formmodell 3.1.2 definiert verschiedene Rumpfformationen. Ebenso sind den Formmodellen 3.2.23 und Formmodell 3.3.24 jeweils Körperteile 32 und 33 zugeordnet. Die Anzahl der weiteren Unterteilungen und die Tiefe der Unterteilungen, also die Anzahl der Ebenen, sind nicht vorgegeben und können für verschiedene Teilmodelle unterschiedlich gehandhabt werden. Allen Ästen des Modells ist gemeinsam, dass sie als letzte Ebene ein oder mehrere Oberflächenmodelle enthalten. Die Sammlung von Oberflächenmodellen beschreibt das jeweilige Körperteil in verschiedenen Ausprägungen und Detailtiefen. Bei der Anpassung des Modells an die Szene wird das Modell ausgehend von bestimmten Formmodellen oder einzelnen Oberflächenmodellen abgearbeitet. Diese Einzelteile werden zum Gesamtmodell unter Berücksichtigung der

Konsistenz bezüglich der Lageparameter zusammengesetzt. Es ist auch möglich, nach der Bestimmung der groben Lageparameter weitere Anpassung detaillierter Oberflächen unter Berücksichtigung der Konsistenzbedingungen durchzuführen.

5 Werden bestimmte Körperteile nicht gefunden, beispielsweise durch Verdeckungseffekte, erhält man trotzdem eine konsistente Interpretation der räumlichen Messdaten.

10 Eine beispielhafte Sammlung von Oberflächenmodellen des Kopfes ist in Figur 5 dargestellt. Auf der Abszisse 34 wird die Komplexität der Modellvarianten zunehmend. Auf der Ordinate 35 wird eine zunehmende Detailtiefe des Modells beschrieben. Das einfachste Modell 36 wird zum komplexeren Teilmodell 37, das sich in ein detailgetreueres Modell 38 und ein noch detaillierteres Modell 40 untergliedert, wobei das detailliertere Modell 40 schon die Kopfform einigermaßen genau darstellt. Zu Modell 38 ist das Modell 39 mit gleicher Detailtiefe, aber größerer Komplexität vorhanden. Wird zu Modell 39 eine höhere Detailtiefe gewählt, gelangt man zum Modell 41, das einen Kopf mit einem Hut mit Hutkrempe zeigt. Die Teilmodelle 40 und 41 werden letztlich zur Anpassung an die räumlichen Daten verwendet.

20 Figur 6 zeigt ein zweites Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens. In Verfahrensschritt 43 werden die räumlichen Daten von dem Tiefensensor 1 erzeugt. In Verfahrensschritt 45 wird eine zu untersuchende Region festgelegt. Dies erfolgt durch Daten bereits bearbeiteter Formmodelle der Detektionsstatus, Position und Lageparameter aus Verfahrensschritt 44. In den Verfahrensschritten 46 und 47 erfolgt unter Berücksichtigung des räumlichen Formmodells aus Verfahrensschritt 42 die Anpassung des Modells an die räumlichen Daten. Dieser Schritt kann beispielsweise durch eine Standardmethode zur Modellanpassung im Sinn des kleinsten quadratischen Fehlers erfolgen.

30 War diese Anpassung erfolgreich, dann erfolgt in Verfahrensschritt 48 ein Abspeichern des Detektionsstatus bezüglich Position und Lageparameter. In Verfahrensschritt 49 erfolgt dann eine Konsistenzüberprüfung der Position und Lageparameter des Modells. Dazu werden erneut die Daten bereits bearbeiteter Formmodelle aus Verfahrensschritt 44 verwendet. In Verfahrensschritt 50 werden die Ergebnisse der Anpassung im Detektionsstatus des Teilmodells festgehalten. Der Detektionsstatus und die
35 Lageparameter werden in die nächsthöhere Ebene weitergegeben. Gibt es wiederum

Beziehungen zu einem anderen Modell, wird eine Konsistenzprüfung durchgeführt, bis das Gesamtmodell zusammengeführt wurde. Wurde das Modell erst einmal angepasst, kann im weiteren auf eine vollständige Anpassung verzichtet und die gefundenen Körperteile räumlich und zeitlich verfolgt werden. Für eine schnelle und robuste Realisierung sollten nur die Körperteile in das Modell aufgenommen werden, die sich schnell und sicher detektieren lassen, typischerweise der Kopf, Rumpf und Arme. Eine zentrale Rolle im Modell spielt das Kopfmodul und der Oberkörper, da der menschliche Kopf für die gegebene Aufgabenstellung von herausragender Bedeutung ist und außerdem vergleichsweise forminvariant ist und meist auch räumlich exponiert und somit relativ sicher zu lokalisieren ist. Das vorgestellte Verfahren ist im allgemeinen unabhängig von der Quelle der räumlichen Daten.

Figur 7 zeigt im Bild a einen zusätzlichen Sensor zur Erfassung des hinteren Fahrzeuginnenraums. Figur 7b dagegen zeigt eine alternative Einbauposition des Sensors zur Erfassung des gesamten hinteren Fahrzeuginnenraums. Dieses wird mit dem Bezugszeichen 52 bezeichnet, während in Figur 7a der Sensor 53 für den Vordersitz und der Sensor 51 für den hinteren Sitz vorgesehen sind.

10.05.02 Vg/Zj

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Ansprüche

15

1. Verfahren zur Detektion einer Person in einem Raum, wobei wenigstens ein Tiefensensor (1) räumliche Daten über den zu beobachtenden Raum erzeugt, wobei für wenigstens ein vorgegebenes Körperteil eines Menschen wenigstens ein in weitere Teilmodelle (17 bis 33) unterteilbares Teilmodell verwendet wird, wobei die räumlichen Daten zur Anpassung der Teilmodelle (17 bis 33) verwendet werden, wobei die Anpassung durch Lageparameter zwischen den Teilmodellen (17 bis 33) unterschiedlicher Körperteile überprüft wird und die Person mittels eines Gesamtmodells aus den geprüften Teilmodellen erkannt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Gesamtmodell (16) durch eine weitere Anpassung der Teilmodelle (17 bis 33) mittels der Daten in vorgegebenen Zeitabständen zur zeitlichen Verfolgung der Personen angepasst wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Körperteil der Kopf eines Menschen ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Körperteil die Schulter ist.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Intensitätsinformation aus den Daten verwendet wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gesamtmodell (16) oder wenigstens ein Teil des Gesamtmodells (16) einem

20

30

35

Rückhaltesystem (3) in einem Fahrzeug, in dem sich eine Person befindet, zur Insassenklassifizierung übermittelt wird.

- 5
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Gesamtmodell in einem Einklemmschutz (4) verwendet wird.
8. Verwendung eines Tiefensensors in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Tiefensensor (1) wenigstens einen Bildaufnehmer aufweist.
- 10
9. Tiefensensor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Bildaufnehmer als Videosensor ausgebildet ist.
- 15
10. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zur Einstellung von Komfortfunktionen (5) in einem Fahrzeug.

10.05.02 Vg/Zj

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren zur Detektion einer Person in einem Raum

Zusammenfassung

15

Es wird ein Verfahren zur Detektion einer Person in einem Raum vorgeschlagen, wobei wenigstens ein Tiefensensor räumliche Daten über den zu beobachtenden Raum erzeugt, wobei für wenigstens ein vorgegebenes Körperteil eines Menschen wenigstens ein in weitere Teilmodelle unterteilbares Teilmodell verwendet wird, wobei die räumlichen Daten zur Anpassung der Teilmodelle verwendet werden, wobei die Anpassung durch Lageparameter zwischen den Teilmodellen unterschiedlicher Körperteile überprüft wird und die Person mittels eines Gesamtmodells aus den geprüften Teilmodellen erkannt wird.

20

(Figur 3)

Fig. 1

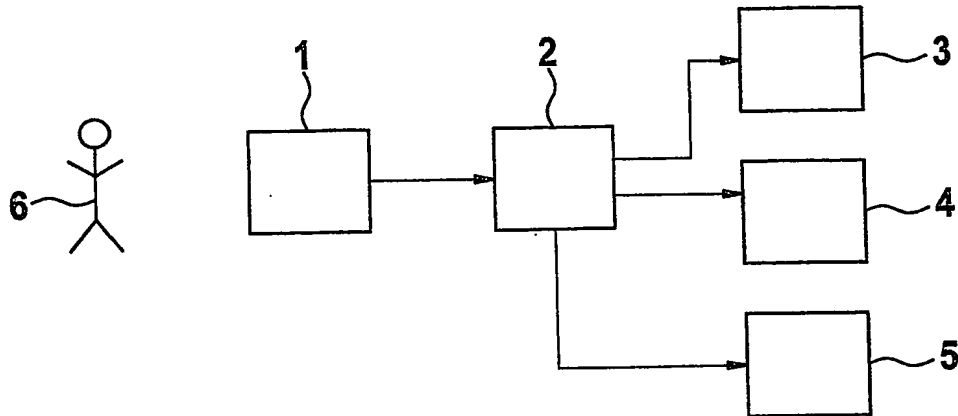


Fig. 2

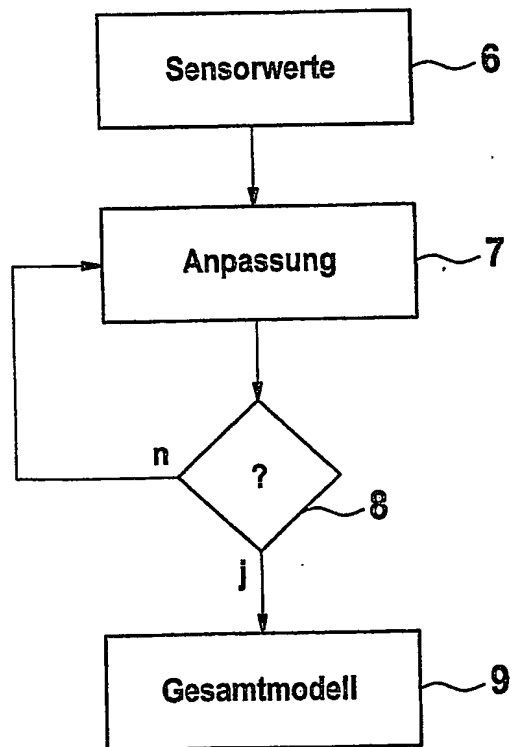


Fig. 3

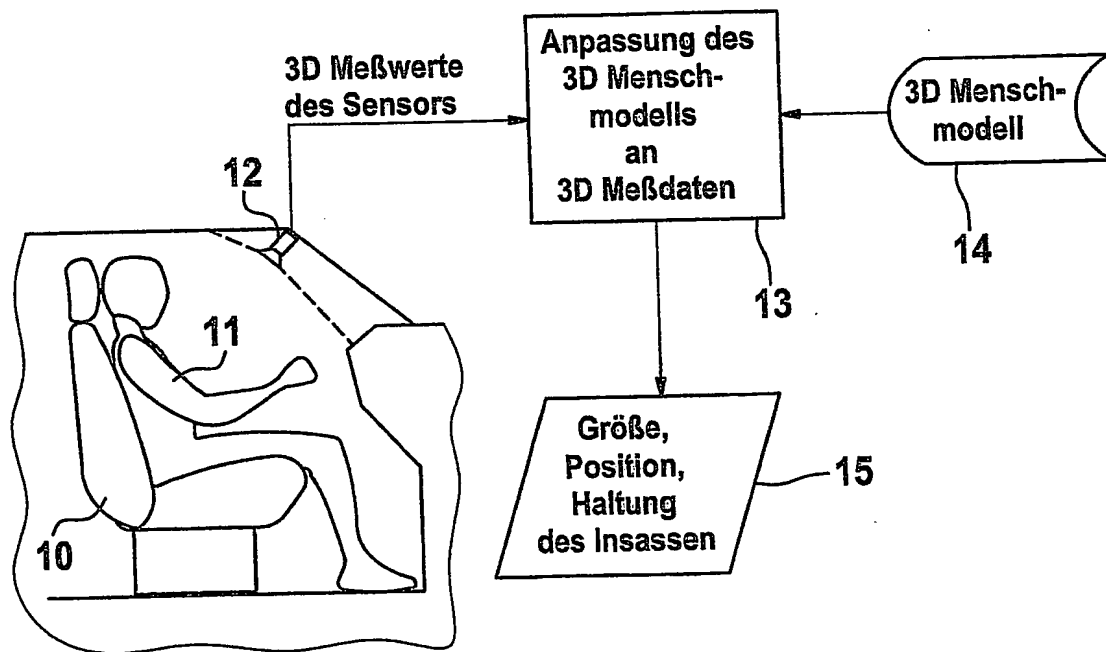


Fig. 4

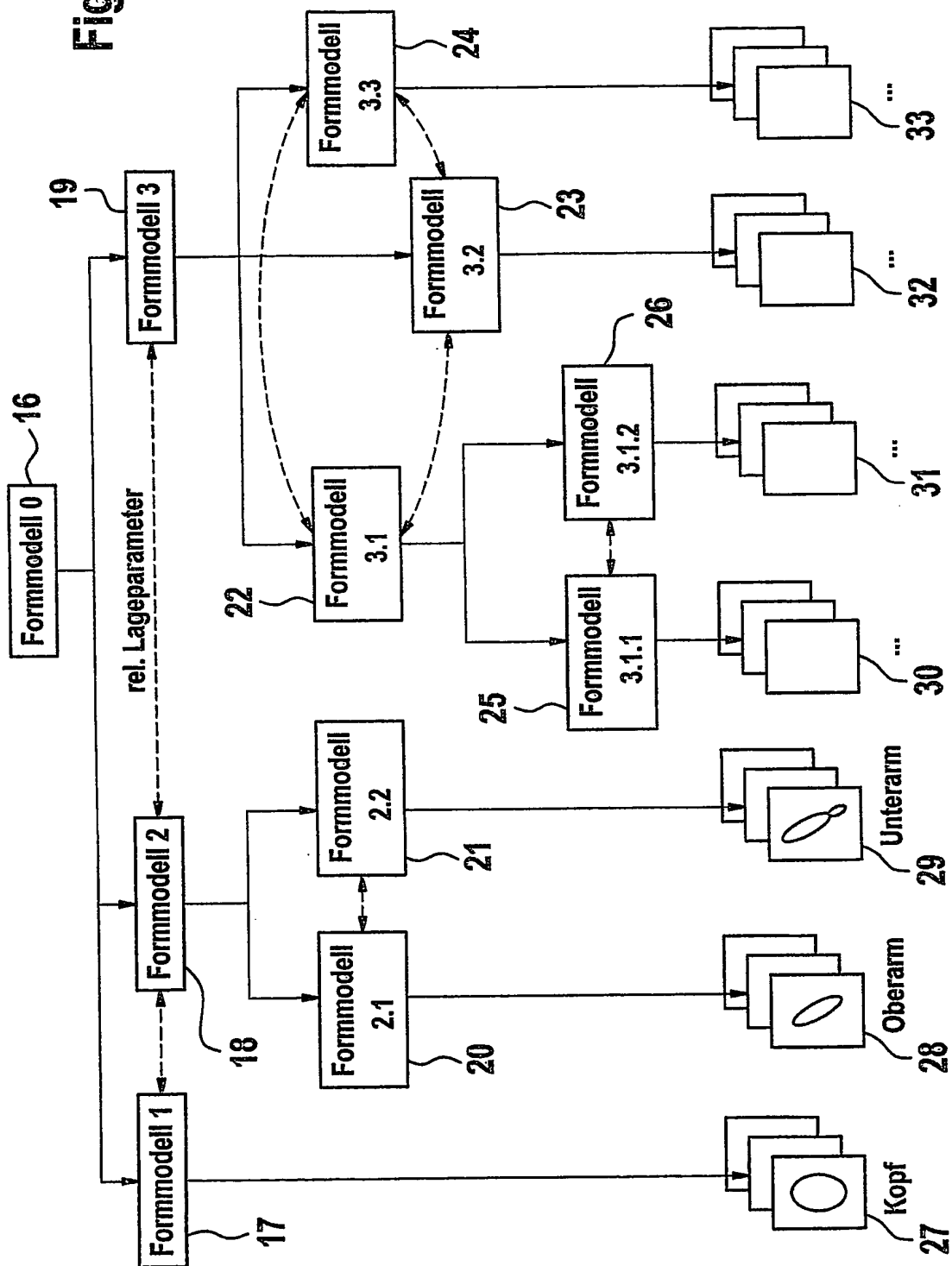


Fig. 5

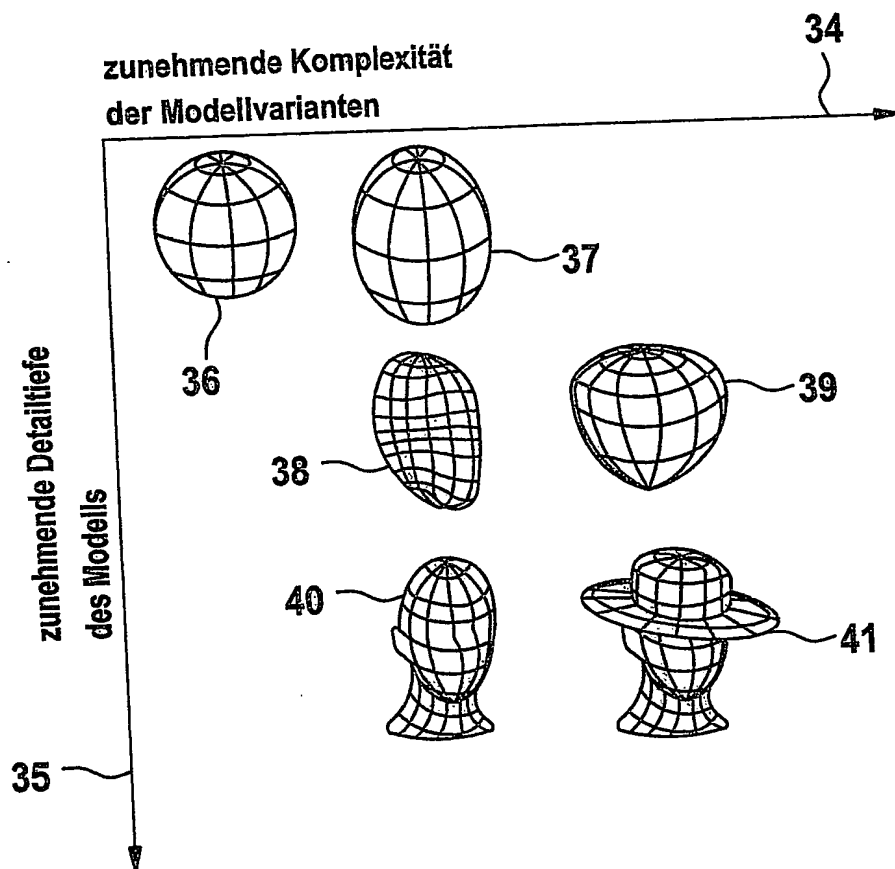


Fig. 6

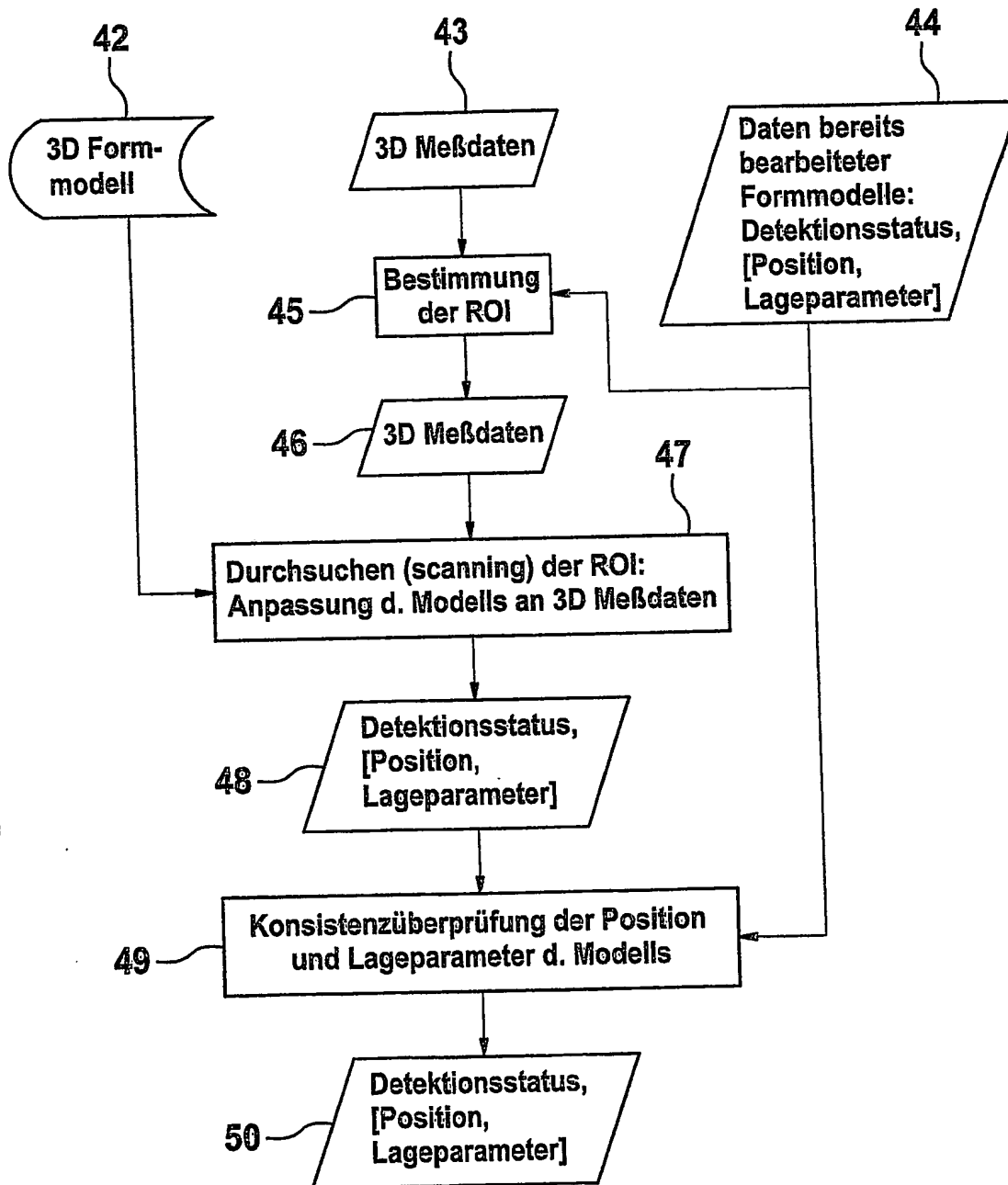


Fig. 7a

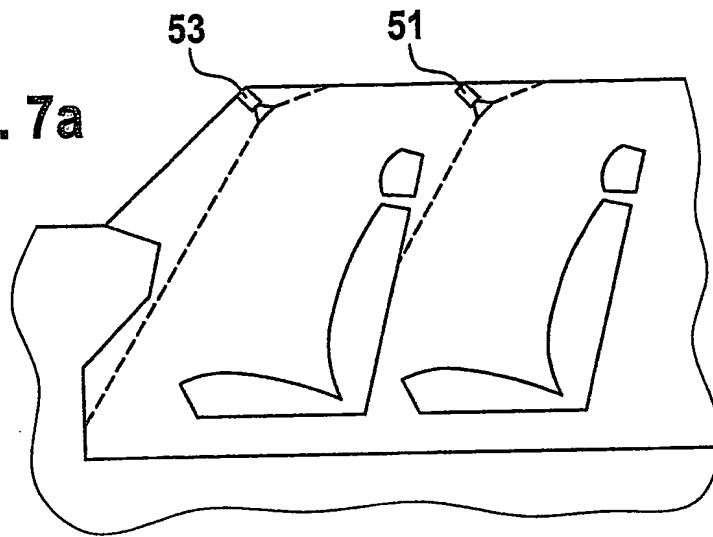
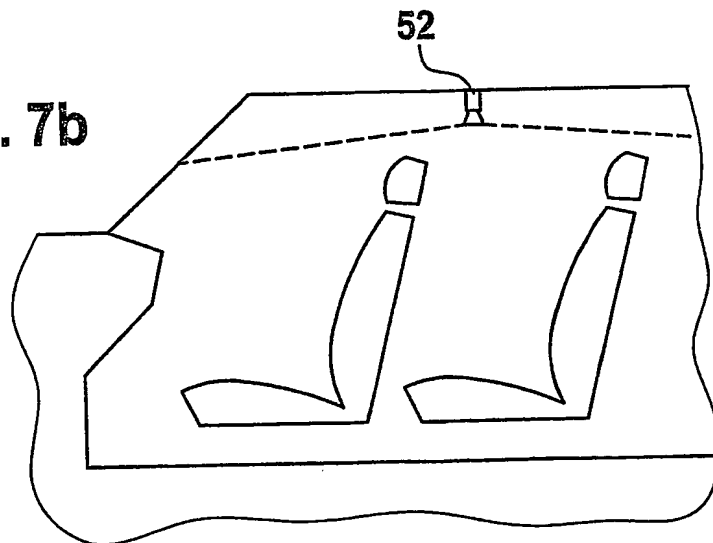


Fig. 7b



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.